

Artículo de Investigación

DOI: <https://doi.org/10.61154/holopraxis.v8i1.3460>

Análisis de las intersecciones aledañas al terminal terrestre de la ciudad de Tena - Ecuador

Analysis of the intersections near the land terminal of the city of Tena - Ecuador

Luis Miguel León Torres^a; Francisco Sammyr Villarruel Meythaler^b; Jorge Luis Campoverde Muñoz^c; Shaquira Lizbeth Guerra Soria^d.

^a Universidad Central del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador, Email: lmleon@uce.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7845-3275>

^b Gobierno Autónomo Descentralizado de Pichincha, Quito, Pichincha, Ecuador, Email: panchovillamey@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2464-5521>

^c Universidad Central del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador, Email: jlcampoverde@uce.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0875-5862>

^d Universidad Central del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador, Email: slguerra@uce.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1015-2395>

Recibido: 30 de septiembre de 2023

Aprobado: 4 de enero de 2024

RESUMEN

La construcción de un nuevo terminal terrestre en Tena es un sueño frustrado de sus pobladores que tomará muchos años volver a palpar esa ilusión. Este trabajo de revisión se realizó para exponer las principales problemáticas que atraviesan todos los elementos de tránsito: peatones, ciclistas, buses de transporte público, vehículos pesados y vehículos particulares en las intersecciones aledañas al terminal terrestre de Tena, para posteriormente buscar soluciones a dichas problemáticas. La metodología utilizada fue explicativa y con un enfoque mixto que se basó en la cuantificación de vehículos que pasan por las intersecciones, levantamiento de secciones geométricas e inventario vial

en base a la observación y trabajo de campo. Se realizó la implantación y numeración de giros por intersección, se recabó información de semáforos y frecuencia de buses que permitieron detectar los conflictos de congestionamiento y malestar en los usuarios. Se comprobó que una problemática se suscita debido a la frecuente entrada y salida de buses, que producen un atascamiento en el flujo normal debido al giro que dan estos vehículos en una de las intersecciones y por otro lado no se cuenta con un dispositivo de control que satisfaga las necesidades de una intersección de 5 entradas. Como principal solución constituye la movilización del terminal, que se haga un reajuste óptimo con proyección a futuro de los tiempos de fases en la intersección semaforizada con un adecuado dispositivo de control para las 5 esquinas y además realizar una adecuada señalización con un correcto plan de parquímetro en la ciudad.

Descriptor: Tráfico; transporte vial; accidente; vehículo; ingeniería del transporte. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The construction of a new land terminal in Tena is a frustrated dream of its residents that will take many years to achieve that dream again. This review work was carried out to expose the main problems faced by all traffic elements: pedestrians, cyclists, public buses, heavy and private vehicles at the intersections surrounding the Tena land terminal, to subsequently seek solutions to these problems. The methodology used was explanatory with a mixed approach that was based on the quantification of vehicles that passthrough intersections, survey of geometric sections and road inventory based on observation and field work. The implementation and numbering of turns per intersection was carried out, information on traffic lights and bus frequency was collected, which made it possible to detect congestion conflicts and discomfort among users. It was found that a problem arises due to the frequent entry and exit of buses, which produces a blockage in the normal flow due to the turn that these vehicles make at one of the intersections and on the other hand there is no control device that meet the needs of a 5-inlet intersection. The main solution is the mobilization of the terminal, an optimal readjustment with a future projection of the phase times at the traffic lighted intersection with an adequate control device for the 5 corners and, carrying out adequate signage with a correct parking meter plan. in the city.

Descriptors: Traffic; road transport; accident; vehicle; transportation engineering. (UNESCO Thesaurus).

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo investigativo, se estudian las problemáticas que existen en las intersecciones de las calles aledañas al terminal terrestre de Tena: Gabriel Espinosa – avenida del Chofer y Gabriel Espinosa – Federico Monteros – avenida Pano, esta última

conocida como “5 esquinas”, ambas intersecciones se encuentran en un lugar estratégico de la ciudad, puesto que en esta zona se encuentra operando el terminal terrestre de la ciudad, a pocos metros hacia el este se llega a la avenida 15 de Noviembre que en toda su longitud se ha convertido en la avenida urbana más comercial y además a una cuadra de la primera intersección se encuentra el Mercado Sur de la ciudad.

Figura 1

Intersecciones aledañas al terminal terrestre de Tena



Nota: Vista aérea de las intersecciones en estudio.

Fuente: Google Earth Pro, 2023.

La ciudad de Tena ha presentado un acelerado crecimiento poblacional, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el censo nacional del año 2001 su población fue de 46.007 habitantes y en el 2010 de 60.880 habitantes. Es decir, su población aumentó un 24.4% (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2010), además se encuentra en un estado de desarrollo, generando un aumento del parque automotor, con un incremento del 38% desde el año 2012 hasta el año 2016 (Quishpe Gazpata, 2018). Por lo cual, la ciudad necesita de un adecuado estudio de tráfico, jerarquización y señalización vial que permita una apropiada movilidad dentro de la misma y esté acorde al crecimiento y desarrollo que presenta la zona.

La calle Gabriel Espinosa que forma parte de las dos intersecciones estudiadas y en base a fuentes bibliográficas se conoce que esta representa un 5% de las vías longitudinales de la ciudad y pasó de tener un “nivel de servicio A” (flujo libre) a un “nivel de servicio E” (flujo inaceptable) en el año 2020, denotando que el flujo vehicular necesita ser canalizado a otras calles o mejorar las condiciones de la carretera (Cifuentes Oña, 2020). En la primera intersección correspondiente a la calle Gabriel Espinosa - avenida del Chofer, existen problemas de congestionamiento vehicular en horas de la mañana, medio día y por la tarde, esta intersección además de ser utilizada como conductora a la arteria comercial principal de la ciudad avenida 15 de Noviembre (Chicaiza Ortiz, 2022), es también el lugar donde una línea de bus urbano y buses inter cantonales e interprovinciales realizan un giro abrupto para continuar su recorrido. Sumado a esto, el considerable número de peatones que transitan por esta intersección que no está controlada por un semáforo ni agente de tránsito, da razón de su peligrosidad y complementan los problemas de tráfico que a diario se visibilizan por este sector.

En la segunda intersección que abarca la calle Gabriel Espinosa, Federico Monteros y la avenida Pano, se presenta una problemática de señalización deficiente que puede llegar a confundir a moradores, aún más a turistas que llegan a la ciudad, y que podrían generar accidentes de tránsito. Corresponde a una intersección semaforizada que ha sido conceptualizada como una intersección de cuatro esquinas únicamente, por lo que suele ser confusa la interpretación de las fases semaforicas tanto para conductores como para peatones que circulan por la misma, además por la existencia de una estación de servicio en una de las esquinas suele presentarse congestionamiento por las colas que conlleva abastecer de combustible a los vehículos

Por consiguiente, se propone como objetivo en esta investigación realizar el estudio del estado actual del tráfico en las intersecciones de las calles Gabriel Espinosa - Federico Monteros - avenida Pano y la calle Gabriel Espinosa - avenida del Chofer en la ciudad de Tena, provincia de Napo con el fin de proponer alternativas de solución.

MÉTODOS

La metodología seguida para esta investigación es explicativa pues busca responder las

causas de las molestias y tiempos excesivos al transitar por estas intersecciones, la investigación se desarrolló en base a un enfoque mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, puesto que se recabó información de dimensiones de carriles, aceras, parterres y se levantó información de tiempos de fases de los semáforos en toda el área de estudio. Así mismo se realizó un estudio observacional descriptivo de todas las calles y avenidas y de los dispositivos de control para evaluar el estado en el cual están operando.

Se realizó un conteo vehicular por 7 horas continuas durante 3 días, con el apoyo de 4 ayudantes se contabilizaron los vehículos categorizados en cuatro tipos: livianos, buses, pesados y motos. Con estos datos se determinó la composición vehicular en ambas intersecciones y la intención de flujo. La muestra para este estudio se dio en un horario de 6:30 a 13:30 que es el horario normal que abarca la entrada y salida de los establecimientos educativos y la franja horaria donde salen a almorzar el personal de las distintas instituciones públicas y privadas de la ciudad, de este estudio se excluyó la contabilización de peatones, bicicletas y triciclos y como elementos fijos se consideró el inventario vial actual de las intersecciones.

La cantidad de vehículos que se contabilizaron en ese horario entre lunes, miércoles y viernes en la intersección 1 fueron de 17464 vehículos; y, en la intersección 2 fueron de 19170 vehículos. Con ello la metodología se desarrolló de la siguiente manera:

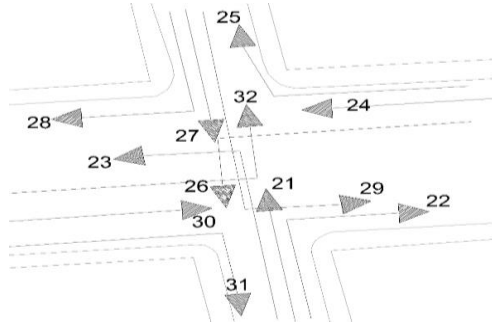
Implantación de giros

Antes del conteo se estableció la numeración de giros para ambas intersecciones:

Intersección 1:

Figura 2

Implantación de giros en la intersección 1

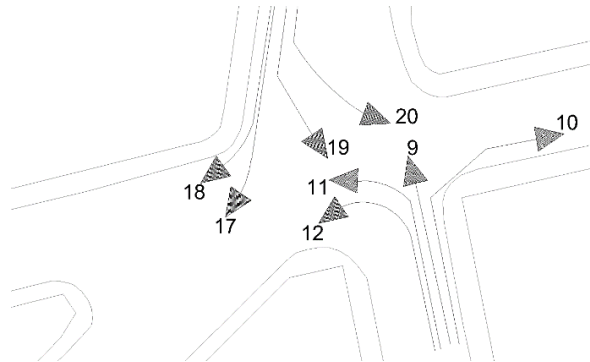


Elaboración: Los autores

Intersección 2, Fase 1:

Figura 3

Implantación de giros en la intersección 2, primera fase



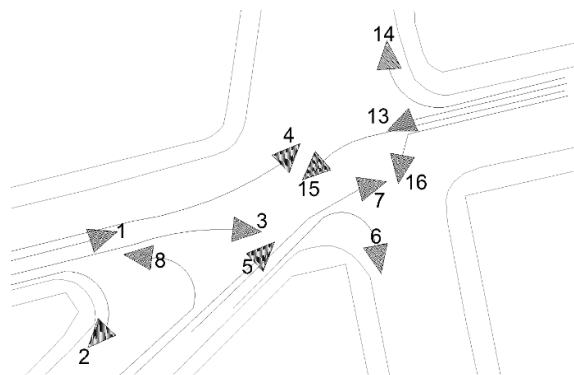
Elaboración: Los autores

Intersección 2 Fase 2:

Figura 4

Implantación de giros en la intersección 2, segunda fase

enero - junio 2024

**Elaboración:** Los autores**Conteo vehicular durante 7 horas**

Se realizó un formato de conteo vehicular acorde a la tipología del tráfico existente en la ciudad de Tena y en función de las consideraciones generales que estipula la NEVI-12 en su Volumen 2 – Libro A

Figura 5

Formato de conteo vehicular manual

		UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				HOJA No.	
		CONTEO VEHICULAR					
VÍA:		Av. Pano					
FECHA:							
GIRO 17: Sentido N-S (Av. Pano - Av. Pano)							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	MOTOS	TOTAL	
6:30	6:45						
6:45	7:00						
7:00	7:15						
7:15	7:30						
7:30	7:45						
7:45	8:00						
8:00	8:15						
8:15	8:30						

Elaboración: Los autores**Inventario Vial**

Levantamiento a detalle de las secciones geométricas de las intersecciones, estado actual de las vías y señalización.

Estudio de Fases semafóricas

Estudio de los tiempos de los semáforos en toda el área de estudio y la sincronización entres estos, para recabar la prioridad de flujo en cada uno.

Frecuencia de buses

Se indagó dentro del terminal terrestre de la ciudad los horarios de frecuencia diaria de buses interprovinciales que salen por la calle Gabriel Espinosa y giran en dirección Norte-Este, dentro de la intersección 1.

RESULTADOS

Inventario vial

Partiendo del inventario vial de las intersecciones de interés, se detalla las condiciones actuales de operatividad y funcionamiento de las vías y una comparación de las características geométricas conforme a la normativa aplicable, NEVI-12.

Tabla 1

Señalización de intersecciones en estudio

Intersección			Horizontal I	Vertical	Observación
Gabriel Espinosa-Av. Del Chofer			N/E	Sentido- Pare	Parada
Gabriel Monteros	Espinosa-Av.	Pano-Federico	N/E	Sentido	Semaforizada

Elaboración: Los autores

La primera intersección correspondiente a la calle Gabriel Espinosa y av. del Chofer no cuenta con señalización horizontal. La señalización vertical existente es de “Pare” y los sentidos de dirección de flujo. Además de contar con una parada de bus urbano (línea 2) que gira de la av. del Chofer a la calle Gabriel Espinosa y viceversa. En esta intersección

la calle Gabriel Espinosa es de pavimento asfáltico y la av. del Chofer de pavimento articulado, teniendo así una intersección de materiales mixtos.

La segunda intersección que comprende la calle Gabriel Espinosa, Federico Monteros y la av. Pano (5 esquinas), no cuenta con señalización horizontal, únicamente se visualizan las señales verticales de dirección de flujo. Además, esta intersección tiene un semáforo que regula el flujo, pero está dispuesto de tal manera que se simula una intersección de únicamente 4 esquinas. En esta intersección todas las calles que convergen son de pavimento flexible.

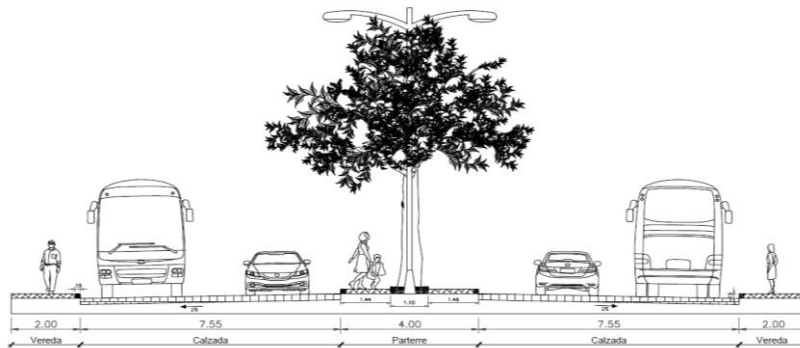
Las dimensiones de las calles que comprenden las secciones son las siguientes:

Avenida del Chofer

Calzada con cuatro carriles de circulación, 2 por sentido de 7.55 m y divididos por un parterre de 4 m, veredas a cada lado con una dimensión de 2 m cada una, dando un total de 23.10 metros. Además, existe vegetación en la mitad del parterre, al igual que iluminarias.

Figura 6

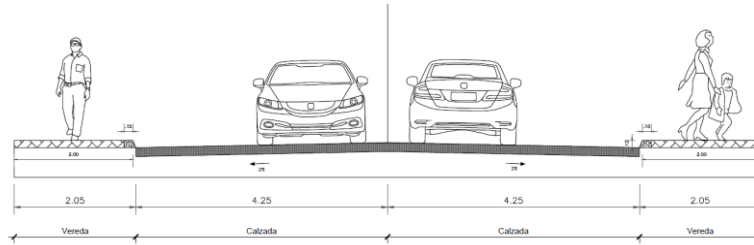
Sección transversal de la avenida del Chofer



Elaboración: Los autores

Calle Gabriel Espinosa

Esta calle cuenta con dos carriles de circulación, 1 por sentido de 4.25 m. Veredas de 2.05 m a cada lado.

Figura 7**Sección transversal de la calle Gabriel Espinosa****Elaboración:** Los autores

En la calle Gabriel Espinosa su calzada está construida para un flujo vehicular de dos carriles, 1 por sentido, pero la utilización de la población para sus actividades diarias y el desacato a la señalización de no estacionarse ha hecho que exista vehículos estacionados en los dos sentidos. A esto se puede añadir que gracias a la presencia del terminal terrestre exista la entrada y salida de bus interprovinciales frecuentemente.

Por otro lado, se tiene la gran cantidad de peatones que circulan por esta zona, además del terminal terrestre, a una cuadra se encuentra el mercado sur de la ciudad, a dos cuadras se encuentra el almacén TIA y paralelamente a una cuadra se encuentra la av. 15 de noviembre siendo la avenida que más afluencia de vehículos y peatones posee, esto porque conecta al norte y sur de la ciudad que se encuentra dividida por un río.

En toda esta zona se evidencia la inexistencia de zonas de estacionamiento tarifado que permita una adecuada organización y utilización del espacio público (Jarrín & Pomaquiza, 2022), permitiendo el flujo continuo de vehículos, debido al irrespeto de las señales de no estacionarse y espacios de parada de buses.

A lo largo de la calle Gabriel Espinosa no existe señalización horizontal a diferencia de la av. 15 de noviembre en la cual si existe en todas las calles e intersecciones que la comprenden. La señalización vertical está distribuida por toda la ciudad mostrando las direcciones de flujo, el “Pare” en las diferentes intersecciones, la parada para las diferentes líneas de buses que circulan en la ciudad, pero no se pudo evidenciar son zonas de estacionamiento.

Fases Semafóricas

En la ciudad de Tena dentro de la zona de estudio se encuentran 9 intersecciones semaforizadas, siendo la intersección de la av. Pano con la av. 15 de noviembre la que cuenta con 3 semáforos adicionales para controlar esta zona conflictiva y de gran aglomeración de vehículos y peatones, donde se recabó la información acerca de los tiempos de fases, sincronización de los mismos y el estado de todos los dispositivos de control.

Estado actual de los dispositivos de control

El estado actual en el que se encuentran operando los semáforos en todas las intersecciones es relativamente buena, los colores son visibles a largas distancias y la infraestructura que soporta a cada uno de estos se encuentran en óptimas condiciones, en la Figura 9 se puede observar lo mencionado.

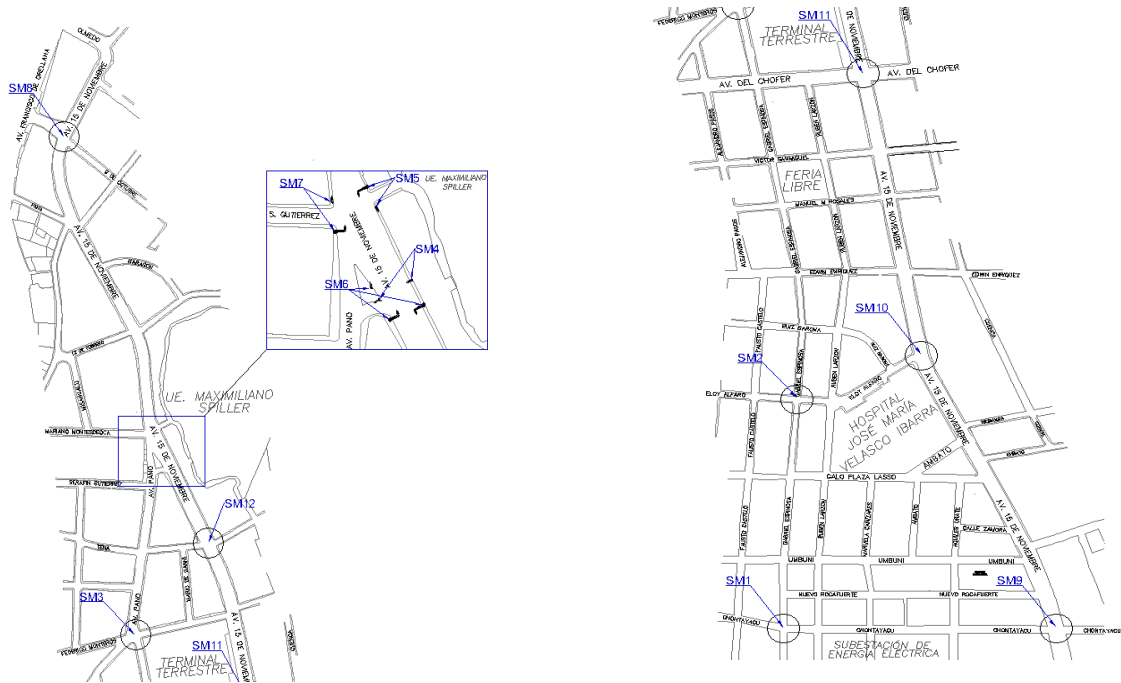
De todos los semáforos existió uno que se encontraba defectuoso, el encontrado en la intersección de la av. Pano y la av. de Noviembre, la luz verde no se encendía y había confusión en los usuarios que pasaban por esta intersección como se muestra en la Figura 10.

Tiempos de fases

Mediante la utilización de un cronómetro se logró medir los tiempos de fases de todos los semáforos del área de estudio, determinando así los tiempos de verde, rojo y amarillo en las 9 intersecciones, a lo largo de la calle Gabriel Espinosa existen 3 intersecciones con dispositivos de control y en la avenida 15 de noviembre otras 6, donde el verde predominante es en el sentido Norte-Sur o viceversa. En la Figura 11 se describe las intersecciones semaforizadas (Gobierno Autónomo Descentralizado de Tena, 2021).

Figura 8

Intersecciones Semaforizadas



Nota: Disposición de las intersecciones semaforizadas a lo largo del área de estudio.

Elaboración: Los autores

En base al esquema mostrado en la Figura 11 se tiene los siguientes datos de verde para las 9 intersecciones:

Figura 9
Tiempos de verde en cada fase

Intersección 1

CALLE	SENTIDO	FASES
Gabriel Espinosa	N-S/N-E/N-O/S-N/S-E/S-O	32 s
Chontayacu	E-N/E-S/E-O/O-N/O-S/O-E	24 s

Intersección 2

CALLE	SENTIDO	FASES
Gabriel Espinosa	N-S/N-E/N-O/S-N/S-E/S-O	32 s
Eloy Alfaro	E-O/E-N/E-S/O-N/O-S/O-E	24 s

Intersección 3

CALLE	SENTIDO	FASES
Gabriel Espinosa	S-N/S-O/S-E	54 s
av. Pano	N-S/N-O/N-E	54 s
av. Pano	S-N/S-O/S-E	38 s
Federico Monteros	E-N/E-S/E-O/O-N/O-S/O-E	38 s

Intersección 4

CALLE	SENTIDO	FASES
av. Pano	O-N/O-S	30 s
av. 15 de Noviembre	S-N	105 s
av. 15 de Noviembre	S-N	70 s
av. 15 de Noviembre	N-S/N-O	70 s

Intersección 5

CALLE	SENTIDO	FASES
av. 15 de Noviembre	N-S/S-N	70 s
9 de Octubre	E-N/E-S	25 s

Intersección 6

CALLE	SENTIDO	FASES
av. 15 de Noviembre	N-S/N-E/N-O/S-N/S-E/S-O	30 s
Chontayacu	O-N/O-S/O-E	23 s

Intersección 7

CALLE	SENTIDO	FASES
av. 15 de Noviembre	N-S/N-O/S-N/S-O	70 s
Eloy Alfaro	O-N/O-S	25 s

Intersección 8

CALLE	SENTIDO	FASES
av. 15 de Noviembre	N-S/N-E/N-O/S-N/S-E/S-O	70 s
av. Del Chofer	O-N/O-S/O-E	24 s
av. Del Chofer	E-N/E-S/E-O	24 s

Intersección 9

CALLE	SENTIDO	FASES
av. 15 de Noviembre	N-S/N-E/N-O/S-N/S-E/S-O	70 s
Calle Tena	O-N/O-S/O-E	52 s

Nota: Se describe las acciones permitidas por sentido y los tiempos de duración en segundos.

Elaboración: Los autores

Frecuencias de Buses

En la siguiente tabla se puede encontrar las 10 frecuencias de buses que salen de esta terminal, teniendo a la cooperativa de transportes Jumandy con el mayor número de frecuencias por día:

Tabla 22

Frecuencia de buses que salen del Terminal

Nº	Cooperativa	Horas de salida
1	Jumandy	1:00; 2:30; 3:30; 4:00; 4:30; 5:30; 6:00; 6:30; 7:30; 8:00; 10:00; 11:00; 12:00; 12:45; 13:30; 14:00; 14:15; 14:30; 15:00; 15:30; 15:45; 16:00; 16:45; 17:30; 17:45; 18:00; 18:30; 20:15; 20:30; 21:00; 21:45; 23:00
2	Baños	0:00; 2:30; 6:00; 9:00; 10:00; 11:10; 13:00; 13:30; 13:50; 14:30; 19:30; 22:30
3	San Francisco	0:30; 5:00; 6:00; 7:00; 10:40; 11:00; 12:00; 16:00; 21:45

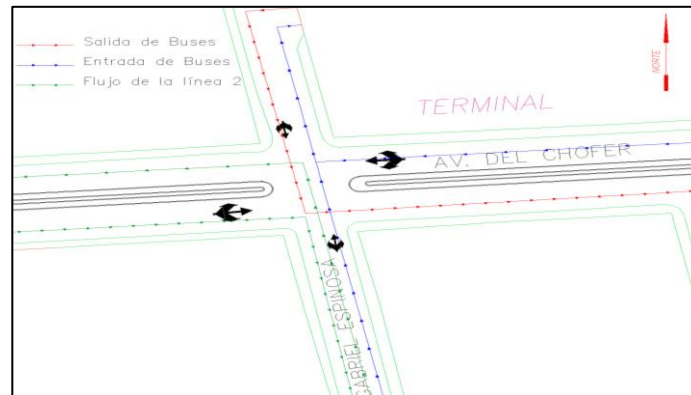
4	Centinela del Oriente	4:00; 6:30; 8:15; 11:45; 13:25; 14:15; 16:15; 17:15
5	Sangay	5:30; 7:30; 9:30; 10:20; 13:00; 15:30; 16:45
6	Expreso Baños	0:15; 1:00; 1:30; 3:30; 4:30; 6:30; 7:30; 8:00; 10:00; 14:00; 14:45; 15:15; 17:00; 19:00; 20:15; 23:00
7	Riobamba	2:00; 3:00; 4:00; 9:00; 15:00; 18:00
8	Flota Pelileo	0:30; 7:00; 7:45; 8:30; 9:00; 10:30; 12:30; 14:30; 15:45; 16:00; 19:00; 20:00; 20:30; 23:00
9	Amazonas	1:00; 2:00; 3:00; 3:30; 4:30; 5:30; 8:30; 9:45; 11:45; 12:25; 12:30
10	Ecuador Ejecutivo	6:40; 13:40

Elaboración: Los autores

El recorrido que suelen tomar estos buses interprovinciales se muestra en la siguiente imagen, donde también se encuentra el recorrido de la línea 2 de bus urbano que atraviesa el sector cada 10 a 15 minutos:

Figura 10

Intersección aledaña al terminal terrestre de Tena



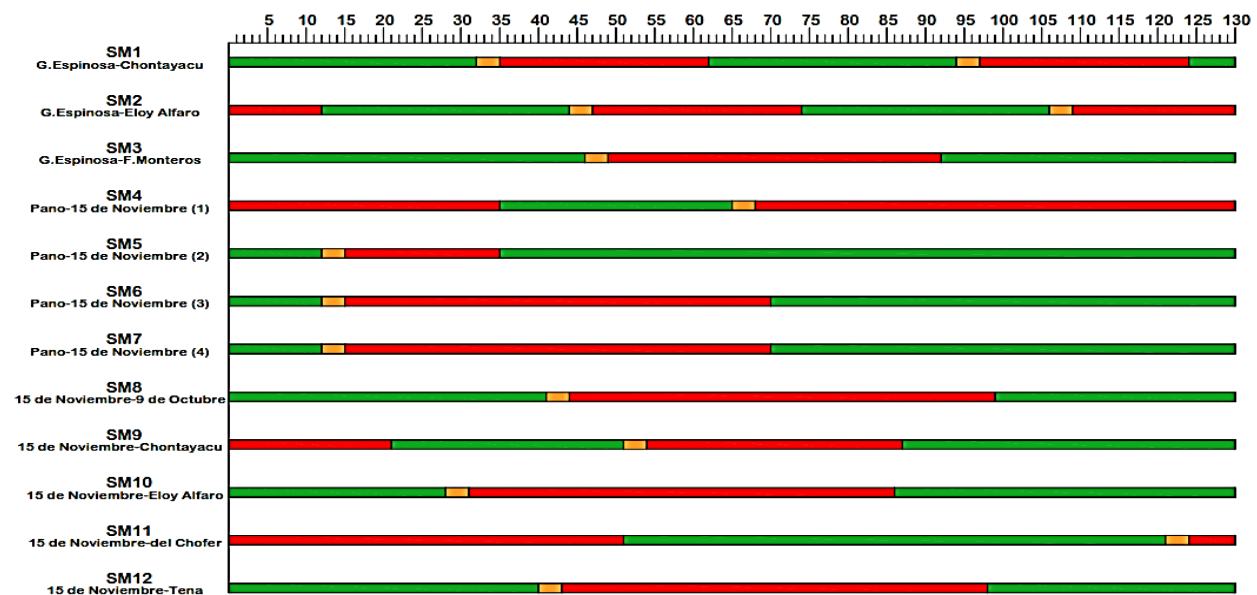
Elaboración: Los autores

Sincronización de Semáforos

De todos los semáforos en orientación Sur-Norte/Norte-Sur se levantó la información acerca de la sincronización que existe actualmente entre ellos:

Figura 11

Sincronización de Semáforos



Nota: Tiempos de verde, amarillo y rojo de los 12 semáforos orientados de sur a norte en segundos.

Elaboración: Los autores

Volumen Vehicular

Intersección 1

El aforo vehicular durante las 7 horas para el día lunes contabilizó un total de 5871 vehículos mixtos por hora (veh/h), para el día miércoles 5544 veh/h y para el día viernes, que fue el de mayor flujo vehicular llegó a los 6049 veh/h, denotando que los giros que mayor flujo vehicular presentan en la intersección son el giro 21 y el giro 27.

Aforo del día Lunes

Tabla 3

Composición vehicular del día lunes en la intersección 1

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
Giro 21	1430	24.36%
Giro 22	512	8.72%
Giro 23	101	1.72%
Giro 24	351	5.98%
Giro 25	326	5.55%
Giro 26	529	9.01%
Giro 27	1504	25.62%
Giro 28	128	2.18%
Giro 29	491	8.36%
Giro 30	264	4.50%
Giro 31	138	2.35%
Giro 32	97	1.65%
Total	5871	100%

Elaboración: Los autores

Aforo del día Miércoles**Tabla 4**

Composición vehicular del día miércoles en la intersección 1

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
Giro 21	1282	23.12%
Giro 22	516	9.31%
Giro 23	108	1.95%
Giro 24	292	5.27%
Giro 25	317	5.72%
Giro 26	502	9.05%
Giro 27	1517	27.36%
Giro 28	117	2.11%
Giro 29	419	7.56%
Giro 30	241	4.35%
Giro 31	142	2.56%
Giro 32	91	1.64%
Total	5544	100%

Elaboración: Los autores**Aforo del día Viernes****Tabla 5**

Composición vehicular del día viernes en la intersección 1

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
Giro 21	1385	22.90%
Giro 22	555	9.18%
Giro 23	132	2.18%
Giro 24	378	6.25%
Giro 25	390	6.45%
Giro 26	631	10.43%
Giro 27	1450	23.97%
Giro 28	123	2.03%
Giro 29	526	8.70%
Giro 30	258	4.27%
Giro 31	127	2.10%
Giro 32	94	1.55%
Total	6049	100%

Elaboración: Los autores

Con estos datos se pudo realizar un promedio de los tres días y definir finalmente la composición vehicular de la intersección:

Tabla 6

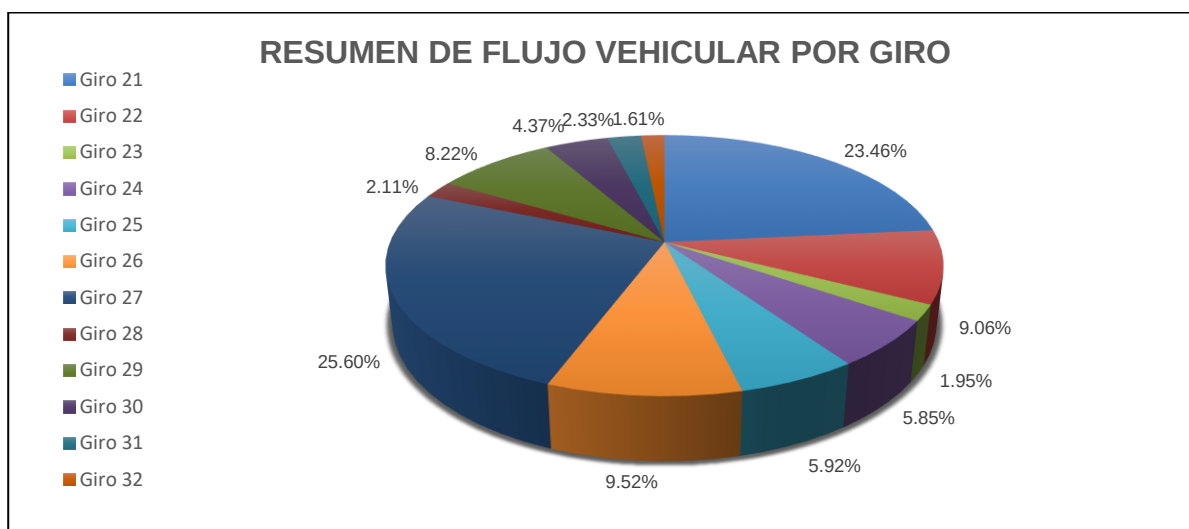
Composición vehicular de la intersección 1

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
GIRO 21	1366	23.46%
GIRO 22	528	9.06%
GIRO 23	114	1.95%
GIRO 24	340	5.85%
GIRO 25	344	5.92%
GIRO 26	554	9.52%
GIRO 27	1490	25.60%
GIRO 28	123	2.11%
GIRO 29	479	8.22%
GIRO 30	254	4.37%
GIRO 31	136	2.33%
GIRO 32	94	1.61%
Total	5821	100%

Elaboración: Los autores

Figura 12

Resumen de flujo vehicular por giro en la intersección 1



Elaboración: Los autores

Intersección 2

El aforo vehicular para la intersección 2 contabilizó para el día lunes un total de 6496 veh/h, para el día miércoles 6132 veh/h y para el día viernes, que fue el de mayor flujo

vehicular llegó a los 6542 veh/h, denotando que los giros que mayor flujo vehicular presentan en la intersección son el giro 9 y el giro 19.

Aforo del día Lunes

Tabla 7

Distribución vehicular del día lunes en la intersección 2

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
Giro 1	103	1.59%
Giro 2	64	0.99%
Giro 3	189	2.91%
Giro 4	60	0.92%
Giro 5	755	11.62%
Giro 6	104	1.60%
Giro 7	233	3.59%
Giro 8	37	0.57%
Giro 9	1313	20.21%
Giro 10	166	2.56%
Giro 11	30	0.46%
Giro 12	23	0.35%
Giro 13	119	1.83%
Giro 14	357	5.50%
Giro 15	256	3.94%
Giro 16	318	4.90%
Giro 17	494	7.60%
Giro 18	33	0.51%
Giro 19	1751	26.96%
Giro 20	91	1.40%
Total	6496	100%

Elaboración: Los autores

Aforo del día Miércoles

Tabla 8

Distribución vehicular del día miércoles en la intersección 2

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
Giro 1	127	2.07%
Giro 2	93	1.52%
Giro 3	177	2.89%
Giro 4	67	1.09%
Giro 5	673	10.98%
Giro 6	119	1.94%
Giro 7	262	4.27%
Giro 8	46	0.75%
Giro 9	1182	19.28%
Giro 10	157	2.56%
Giro 11	30	0.49%
Giro 12	28	0.46%
Giro 13	105	1.71%
Giro 14	325	5.30%
Giro 15	282	4.60%
Giro 16	244	3.98%
Giro 17	488	7.96%
Giro 18	40	0.65%
Giro 19	1610	26.26%
Giro 20	77	1.26%
Total	6132	100%

Elaboración: Los autores

Aforo del día Viernes

Tabla 9

Distribución vehicular del día viernes en la intersección 2

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
Giro 1	125	1.91%
Giro 2	106	1.62%
Giro 3	206	3.15%
Giro 4	61	0.93%
Giro 5	751	11.48%
Giro 6	125	1.91%
Giro 7	250	3.82%
Giro 8	68	1.04%
Giro 9	1270	19.41%
Giro 10	176	2.69%
Giro 11	49	0.75%
Giro 12	38	0.58%
Giro 13	127	1.94%
Giro 14	365	5.58%
Giro 15	291	4.45%
Giro 16	314	4.80%
Giro 17	481	7.35%
Giro 18	34	0.52%
Giro 19	1615	24.69%
Giro 20	90	1.38%
Total	6542	100%

Elaboración: Los autores

Con estos datos se pudo realizar un promedio de los tres días y definir finalmente la composición vehicular de la intersección:

Tabla 10

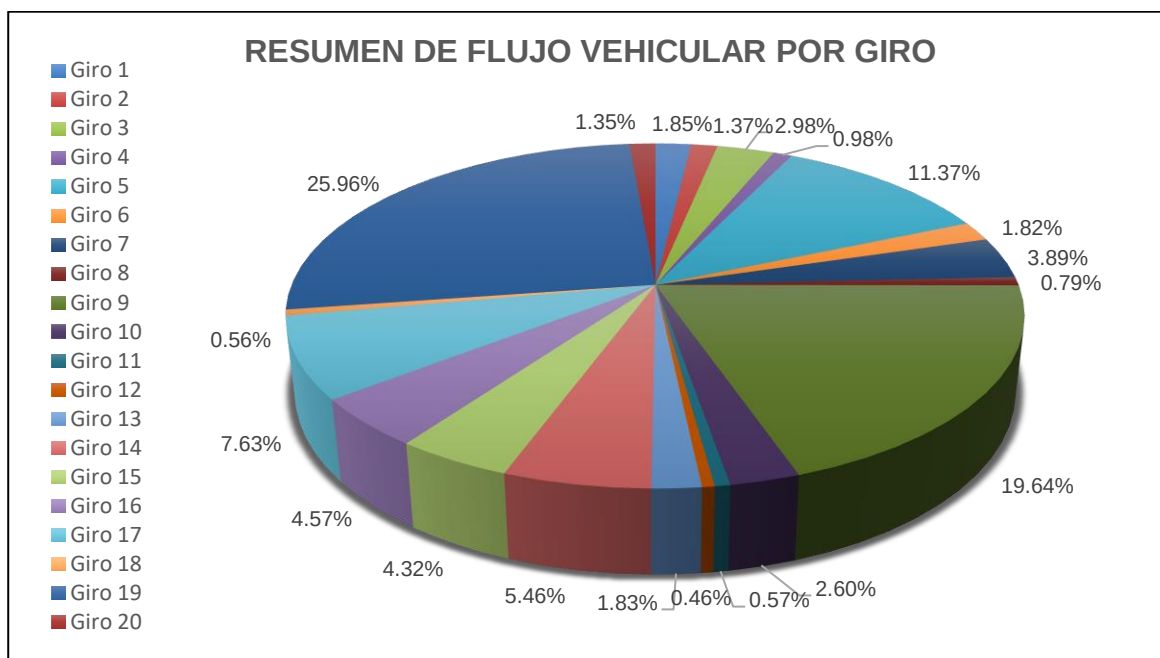
Distribución vehicular del día viernes en la intersección 2

Tipo de giro	Número vehículos	Porcentaje (%)
Giro 1	118	1.85%
Giro 2	88	1.37%
Giro 3	191	2.98%
Giro 4	63	0.98%
Giro 5	726	11.37%
Giro 6	116	1.82%
Giro 7	248	3.89%
Giro 8	50	0.79%
Giro 9	1255	19.64%
Giro 10	166	2.60%
Giro 11	36	0.57%
Giro 12	30	0.46%
Giro 13	117	1.83%
Giro 14	349	5.46%
Giro 15	276	4.32%
Giro 16	292	4.57%
Giro 17	488	7.63%
Giro 18	36	0.56%
Giro 19	1659	25.96%
Giro 20	86	1.35%
Total	6390	100%

Elaboración: Los autores

Figura 13

Resumen de flujo vehicular por giro en la intersección 2



Elaboración: Los autores

Para la Intersección 1 se contabilizó en promedio 5821 veh/h de los cuales 1366 veh/h pertenecen al giro 21 y 1490 veh/h para el giro 27 llegando a representar el 49.06 % del total de giros presentes en la intersección; así mismo tenemos la segunda intersección donde se registró una cantidad de 6390 veh/h y los giros 9 y 19 representan el 45.6 % de intención de flujo con 1255 veh/h y 1659 veh/h respectivamente.

DISCUSIÓN

El tráfico vehicular va de la mano del crecimiento poblacional de una ciudad, en este caso Tena se proyecta como una ciudad de gran desarrollo, tomando como antecedente que del 2012 al 2016 el crecimiento del parque automotor en la ciudad fue del 38% (Quishpe Gazpata, 2018) y que el total de vehículos matriculados en la provincia del Napo en el 2016 fue de 7591 y ya para el 2022 solo dentro de la ciudad de Tena se han matriculado 7249 vehículos de uso particular (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023), indica que ya para la actualidad estos valores son muchos más altos sin considerar que dentro de la ciudad circulan automotores provenientes de otras provincias siendo en su mayoría de Pichincha y Tungurahua.

Partiendo de que la ciudad de Tena ha presentado congestionamiento vehicular en horas de la mañana, medio día y tarde (Chicaiza Ortiz, 2022), se realizó este estudio que busca analizar la problemática existente en las intersecciones aledañas al terminal terrestre de Tena, iniciando por un inventario vial ya que es una fuente de información básica que permitirán el estudio, análisis y posterior propuesta de alternativas para la mejora de los sistemas de transporte y sus componentes (Quintero González, 2011), se determinaron dimensiones de las calles, aceras y parterre, así mismo se verificó la inexistencia de señales verticales como horizontales en las mismas, que en conjunto con el crecimiento del parque automotor dificultan el adecuado uso de las vías haciendo que esta problemática de congestionamiento tienda a empeorar. (Ashhad Verdezoto, Cabrera Montes, & Roa Medina, 2020), además de encontrar dispositivos de control en mal estado, lo cual lleva a una situaciones donde los conductores, peatones y ciclistas que transitan la ciudad están expuestos a posibles accidentes e incluso siniestros de tránsito.

Tanto en la zona perimetral del terminal terrestre y a lo largo de las calles Gabriel Espinosa y la av. 15 de noviembre se evidenció la inexistencia de zonas de estacionamiento, zonas que permiten la organización y adecuada utilización del espacio público (Jarrín & Pomaquiza, 2022), y esta organización depende de un adecuado equilibrio entre los tres sectores de la vía, el vehículo y el estacionamiento. (Vargas Febres & Serna Cuba, 2020). Es por esto que se pudo ver que tanto vehículos como motocicletas llegan a utilizar el espacio destinado a la parada de transporte público o masivo que dejan y recogen pasajeros, los cuales disminuyen la congestión vial e incrementa el acceso de personas tanto de la ciudad como a extranjeros a movilizarse de segura, rápida y accesible sin la necesidad de contar con vehículo propio (Ashhad Verdezoto, Cabrera Montes, & Roa Medina, 2020)

Específicamente hablando del terminal terrestre de Tena, este se encuentra operando dentro de un terreno que abarca alrededor de 1 Ha que se encuentra rodeada por las calles Gabriel Espinosa y Federico Monteros y las avenidas del Chofer y 15 de noviembre, esta última, la vía urbana con mayor concentración comercial en toda su longitud (Chicaiza Ortiz, 2022), cabe destacar que la ciudad de Tena es el centro administrativo del Napo, por lo cual es un punto estratégico para toda la provincia, que además cada año recibe miles de turistas ya sean nacionales o extranjeros, siendo esta una de las actividades que mantiene la economía de la zona, además del comercio de los productos del sector rural y la ganadería y acuacultura. Actualmente en esta terminal se encuentran operando 10 líneas de buses interprovinciales que conducen a distintas provincias a lo largo del territorio ecuatoriano y necesitan un espacio más cómodo para sus operaciones administrativas (Prefectura Napo, 2020).

Entonces una de las problemáticas de esta zona es sin duda la operación del terminal terrestre de la ciudad, desde hace unos años autoridades y profesionales del caso notaron también esta situación, prometiendo un proyecto ambicioso y tangible de una nueva terminal en un sector en las afueras de la ciudad que iba a contar con salas de espera amplias, patio de comidas, oficinas administrativas más cómodas, locales comerciales, etc., sin embargo tal proyecto no fue ejecutado y más bien generó muchas situaciones desfavorables para las siguientes administraciones municipales (Contraloría:

Sala de Prensa, 2020), dejando hasta la fecha un terminal obsoleto, que hace años ya cumplió con su vida útil y que además se encuentra en un terreno que no le pertenece a la municipalidad (Ecuador Regional, 2018). Y pese a esto al no contar con otra alternativa de ejecución inmediata sigue funcionando en el centro de la ciudad, provocando congestión a ciertas horas.

Dentro de la calle Gabriel Espinosa se encuentra la entrada y salida de buses interprovinciales del terminal terrestre de Tena, con 126 frecuencias diarias únicamente de salida que ingresan por el lado este de la calle, posterior ingresan a la intersección 1 y giran hacia la av. del Chofer, generando la interrupción del flujo vehicular en varios giros dispuestos en la intersección, además del giro de en dirección norte de los buses que llegan y salen a las distintas parroquias rurales de la ciudad. Esta es una de las razones por las que este sector cuenta con gran afluencia peatonal que transita a los distintos locales comerciales dispuestos en este lado de la ciudad. Permitiendo el comercio y venta de productos que llegan de la zona rural y están visibles a los turistas que llegan al terminal terrestre desde las distintas provincias.

La sincronización de semáforos se utiliza con el fin de promover la circulación de vehículos o peatones de manera eficiente en especial en distancias cercanas a los 400 m o inclusive a distancias más extensas pueden resultar beneficiosos (Cal y Mayor & Cardenas, 2018), es por esto que para regular el tránsito de la ciudad se han dispuesto 12 semáforos, a lo largo de la av. 15 de noviembre y la calle Gabriel Espinosa, lo cual va acorde al crecimiento de La ciudad de Tena, que se ha extendido en su mayoría en orientación Sur-Norte, denotando la prioridad de tiempos de verde para este sentido, actualmente la ciudad sufre de congestionamiento en horas pico por la mañana y por la tarde, asociado a la entrada y salida de los colegios y trabajo.

A lo largo de la av. 15 de noviembre y la calle Gabriel Espinosa se habilitan tiempos de verde más prolongados que habilitan el flujo de norte a sur y viceversa, 70 s y 54 s respectivamente, pese a esto no logran perpetrar el objetivo de descongestionar estas vías, puesto que al interceptarse la calle Gabriel Espinosa con la av. Pano, esta última recoge todos los vehículos de la anterior y esta a su vez al llegar hasta la av. 15 de Noviembre, incrementa gradualmente el volumen vehicular en esta vía principal que en

conjunto con la vía perimetral son las únicas que permiten atravesar la ciudad por medio de puentes carrozables, a pesar de ser una vía de un de ancho de carril de 8.5 m, al llegar al único puente sobre el río Tena dentro de la ciudad disminuye su envergadura produciendo un cuello de botella altamente congestionado a lo largo de las horas pico. Este tipo de experiencias pueden llegar a producir ira, mantener relaciones negativas con factores como afabilidad, estabilidad emocional y apertura a la experiencia (Hidalgo Fuentes, 2021), lejos de ser situaciones a las que una ciudad que se proyecta como turística busca brindar a sus visitantes.

Otro aspecto importante además de la existencia y adecuado funcionamiento y mantenimiento de los dispositivos de control, semáforos, dispuestos a lo largo de la av. 15 de Noviembre y la calle Gabriel Espinosa es la sincronización adecuada de cada uno de ellos, es decir, la sincronización de las fases semaforicas como un todo que permita la evacuación de los vehículos en las intersecciones sin provocar la acumulación o retención de vehículos en la próxima (Sánchez & Villa Garzón, 2012).

Con los conteos vehiculares en las intersecciones de estudio verificamos que en su mayoría la intención de movilizarse por estas intersecciones es de S-N y de N-S, siendo las vías Gabriel Espinosa y av. Pano las que direccionan este flujo y poseen la mayoría de los conflictos recabados en la investigación, uno de ellos es el estacionamiento indebido en espacios de paradas de buses y a los costados de la vía que convierten por lapsos de tiempo a estas vías, en una de un solo carril, produciendo malestar e incomodidad en los habitantes y conductores, es por ello que se busca tener responsabilidad y disciplina dentro de las vías, que permita una adecuada interacción, y desarrollo de las actividades cotidianas con normalidad y comodidad. (Sánchez, Santín, & Gómez Vera, 2021)

En la zona del terminal de Tena existe gran aglomeración de locales comerciales que inducen a la necesidad de una alta y rápida circulación tanto de peatones como vehículos, que permita además no obstaculizar el desarrollo de las actividades diarias de los habitantes que residen en esta zona de la ciudad. Es por ello que el tiempo de ocupación de los espacios utilizados como estacionamiento deberían estar regulados por periodos de tiempo (Vargas Febres & Serna Cuba, 2020) que permita que tanto moradores de la

zona como turistas nacionales y extranjeros puedan acceder a la utilización de vehículos y la seguridad de contar con estacionamiento durante se realizan las actividades de comercio.

El plantear una ciclovía dispuesta a lo largo de la ciudad y que cruce por distintos sectores de interés tanto social, comercial y turístico, ya que este tipo de sistemas además de no contaminar el ambiente nos permite hacer frente a fenómenos sociales, ambientales y de salud pública que se han venido presentado en estos últimos años (San Vicente López, 2021), se considera como una opción viable ya que la saturación de los espacios públicos por el uso de vehículos particulares durante largos periodos de tiempo y la ideal topografía para la implementación de la misma al no existir pendientes pronunciadas evitando realizar mayor esfuerzo y siempre priorizando la seguridad de los actores de las vías (Rodríguez Terán, 2021).

CONCLUSIONES

Se analizó una extensa área de estudio por el hecho de que la av. Pano, la calle Gabriel Espinosa que en conjunto con la av. 15 de Noviembre, las cuales son paralelas atraviesan gran parte de la ciudad, esta última avenida que lleva de nombre la fecha del día y el mes en el que fue fundada la ciudad, se vuelve un caos en horas picos por ser la única vía que interconecta directamente ambos lados de la ciudad, es importante su descongestionamiento optando por otras rutas o a la vez plantearse desde ya la construcción de un nuevo puente que alivie al único que existe en el centro urbano, puesto que la ciudad sigue en un crecimiento exponencial.

La nueva terminal del Tena debió ser un hecho hace ya varios años, y no una problemática de la actualidad, en este sentido no existe un carril exclusivo para la entrada ni salida de buses puesto que las vías aledañas no fueron construidas pensando en ese fin. Lo más acertado sería cambiar de locación al terminal a un espacio mucho más amplio y con el equipamiento necesario para que la zona donde se encuentra actualmente tenga otro fin.

El estudio demostró que existen problemáticas en las intersecciones cercanas al terminal, en cuanto a señalización vemos un deterioro gradual y gran confusión en las vías que

tienen o no preferencia como lo es la intersección de la calle Gabriel Espinosa con la av. del Chofer, no se tiene como tal un semáforo destinado para peatones sabiendo que cercano al lugar se encuentran distintos espacios de interés popular, denotando el desinterés hacia estos elementos de tránsito.

En cuanto a los dispositivos de control en las intersecciones, existen algunos que se encuentran muy cercanos y no tienen la misma sincronización, limitando el flujo continuo en esta zona, es pertinente gestionar una simulación completa de todos los semáforos existentes en un software oportuno con el fin de verificar el correcto funcionamiento de estos y analizar posibles cambios para distintos años de estudio.

En la ciudad de Tena existen señales de “no estacionarse” en distintas calles, principalmente en las cercanas a puntos de mayor concentración de personas, pese a esto no se las respeta generalmente por la falta de lugares de estacionamiento. Por ello se debería implementar zonas para estacionamiento tarifado que evite que los ciudadanos saturen el espacio destinado únicamente a la circulación de vehículos y así evitar la congestión y dificultades para movilizarse.

De lo expuesto anteriormente es importante considerar un plan de ciclovía dentro de la ciudad, las atracciones o dependencias públicas y privadas dentro de la ciudad no se encuentra a distancias sumamente largas, más bien existen espacios como el malecón y el parque lineal que podrían interconectarse para crear rutas en bicicleta que fomenten la no utilización de vehículos motorizados, generando espacios amigables con el ambiente y reduciendo así la emisión de CO₂ y el congestionamiento vehicular que a diario se vive.

Conflicto de interés

Los autores no tienen conflictos de interés

Financiación

Este proyecto no contó con ninguna fuente de financiación

Responsabilidades Éticas

El proyecto fue aprobado por el comité de ética de la institución.

REFERENCIAS

- Algora-Buenafé, A. F., Russo-Puga, M., Suasnavas-Bermúdez, P. R., Merino-Salazar, P., & Gómez-García, A. R. (2017). Tendencias de los accidentes de tránsito en Ecuador: 2000-2015. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, vol. 16, núm. 33., 4. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54553416004>
- Ashhad Verdezoto, T. Z., Cabrera Montes, F. F., & Roa Medina, O. B. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Revista Gaceta Técnica*, 3-5. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570363740001>
- Cal y Mayor, R., & Cardenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito*. México: Alfaomega.
- Chicaiza Ortiz, A. F. (2022). Simulador para recrear las dinámicas urbanas de Tena con Netlogo, antes de la intervención del espacio público. *EÍDOS*, 39-44. doi:<https://doi.org/10.29019/eidos.v14i20.1005>
- Cifuentes Oña, Á. N. (2020). *Propuesta de jerarquización y señalización vial, de la ciudad de Tena, para mejorar la movilidad*. Riobamba. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14474>
- Contraloría: Sala de Prensa. (2020). *Irregularidades en la construcción del Terminal Terrestre de Tena ocasionaron que no se ejecute la obra*. <https://www.contraloria.gob.ec/SalaDePrensa/DireccionesProvinciales/24092>
- Ecuador Regional. (18 de Diciembre de 2018). *Nueva terminal de Tena estará lista en diciembre de 2019*. <https://n9.cl/d7ntc>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Tena. (2021). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Tena. <https://tena.gob.ec/images/convocatoria/ACTUALIZACION-PDOT-2020-2023.pdf>
- Hidalgo Fuentes, S. (2021). La relación de los factores de personalidad y la conducción agresiva: los Cinco Grandes y la Tríada Oscura. doi:<https://doi.org/10.14718/ACP.2023.26.1.12>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos . (2010). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (noviembre de 2023). [ecuadorencifras.gob.ec. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/)
- Jarrín, E. J., & Pomaquiza, J. (2022). Estudio de factibilidad para la implementación del sistema de estacionamiento rotativo tarifado en el cantón Tena provincia de Napo. 130. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18709>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Volumen 2-Libro A Norma para estudios y diseños viales*. Quito.
- Ortúzar, J. d. (2002). ¿Es posible reducir la congestión? *ARQ*, 2. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37505204>
- Prefectura Napo. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Napo*. <https://n9.cl/pero0>
- Quintero González, J. R. (2011). Inventarios viales y categorización de la red vial en

- estudios de Ingeniería de Tránsito y. 20(30).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940769007>
- Quishpe Gazpata, T. E. (2018). *Evaluación y diseño del control de inintersecciones en la avenida 15 de Noviembre del cantón Tena, provincia de Napo*. Riobamba.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8424>
- Rodríguez Terán, B. P. (2021). Diseño de una civlovía en la ciudad de Tena.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/19676>
- San Vicente López, L. A. (2021). La bicicleta como alternativa de transporte en trayectos con origen-destino dentro de la periferia sur del Área Metropolitana de Guadalajara. <https://www.redalyc.org/journal/401/40174674009/>
- Sánchez, V. R., Santín, V. Z., & Gómez Vera, L. T. (2021). Estrategias para el diseño de un modelo urbano en una ciudad pospandemia.
<https://www.redalyc.org/journal/4779/477970601006/>
- Vargas Febres, C. G., & Serna Cuba, M. A. (Diciembre de 2020). Relación del aparcamiento y la congestión vehicular en el Centro Histórico de Cusco.
<https://www.redalyc.org/journal/6364/636469089006/>